

ОП

АКАДЕМИЯ

СОВРЕМЕННЫХ

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ

ТЕХНОЛОГИЙ

ОП Основы построения современных
Инфокоммуникационных Систем
ОП.8 Услуги с гарантированным качеством
(количество частей – 1, число страниц - 18)

ОП.8

Понятия базовой и дополнительной услуги

В Федеральном Законе «О связи» понятие «услуга связи» и «универсальная услуга связи» определены следующим образом:

«Услуга связи - деятельность по приему, обработке, хранению, передаче, доставке сообщений электросвязи или почтовых отправлений.

Универсальные услуги связи - услуги связи, оказание которых любому пользователю услугами связи на всей территории Российской Федерации в заданный срок, с установленным качеством и по доступной цене является обязательным для операторов универсального обслуживания».

Получение услуг связи с заданным уровнем качества также регулируется указанным законом и другими нормативными документами: "Защита прав пользователей услугами связи при оказании услуг электросвязи и почтовой связи, гарантии получения этих услуг связи надлежащего качества ... определяется настоящим Федеральным Законом, гражданским законодательством, законодательством Российской Федерации о защите прав потребителей и издаваемыми в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами Российской Федерации".

Сектор стандартизации международного союза электросвязи (МСЭ-Т) выпустил рекомендации, которые содержат термины базовой и дополнительной услуг связи. В документе РД 45.126-99 приводятся следующие определения понятий базовой и дополнительной услуг связи.

Базовая услуга телефонной связи - услуга, заключающаяся в прозрачной передаче информации между оконечными устройствами коммутируемой телефонной сети в реальном масштабе времени.

Дополнительная сетевая услуга телефонной связи - это услуга, заключающаяся в дополнении или видоизменении базовой услуги телефонной связи. Дополнительная сетевая услуга телефонной связи не может быть предоставлена отдельно от базовой услуги.

На веб-сайте оператора МГТС в 2007 году были перечислены дополнительные услуги связи, доступные абонентам цифровых АТС:

- горячая линия: соединение без набора номера с отсроченной маршрутизацией, позволяет устанавливать соединение с заранее заданным номером;
- переадресация входящих вызовов: перенаправление входящих вызовов, поступающих на телефон абонента, на любой указанный абонентом номер, назначенный для приема

переадресованных вызовов: городской, междугородный, международный или мобильный;

- конференц-связь (трех абонентов) позволяет абоненту участвовать в соединении с двумя абонентами одновременно;
- ожидание и удержание вызова с уведомлением о поступлении нового вызова позволяет во время телефонного разговора с одним абонентом услышать сигнал о поступлении вызова от второго абонента;
- тоновый набор номера.

На данный момент в различных источниках отсутствует четкое и общепринятое определение понятия базовой и дополнительной услуг связи и не выработана классификация таких услуг, а также насколько известно отсутствует определение услуг с добавленной стоимостью. На это также указывают ряд исследователей, полагающих что сегодня общепринятой классификации инфокоммуникационных услуг пока не существует.

Поэтому, далее предложим определения понятий базовой и дополнительной услуг, а также услуги с добавленной стоимостью с точки зрения технологических методов их предоставления, не противоречащие действующему закону «О связи», а также совпадающие с большинством устоявшихся представлений в отрасли связи.

Базовая услуга связи - это услуга, которая присуща основному (базовому) оборудованию сети связи, создаваемой с целью предоставления данной услуги. В телефонной сети связи базовой является услуга речевого телефонного вызова: установления соединения и двусторонней передачи речи. Данная услуга не требует для своего предоставления наличия каких-либо дополнительных программно-аппаратных средств в оборудовании телефонных станций и не зависит от технологии реализации аппаратных средств этих станций.

Дополнительная услуга связи - это услуга, которая требует, для своего предоставления дополнительных аппаратных и/или программных средств, которые устанавливаются на основном оборудовании связи. Как правило, дополнительные услуги телефонной связи могут быть предоставлены только на цифровых АТС, которые позволяют произвести установку специальных программно-аппаратных средств для реализации таких услуг.

На аналоговых (механических), а также на квазиэлектронных АТС предоставление дополнительных услуг сопряжено со значительными технологическими и организационными трудностями.

Под «добавленной стоимостью» следует понимать то, что услуги этой группы реализуются при помощи специального сетевого оборудования, устанавливаемого отдельно от основного оборудования (например, интеллектуальных платформ или серверов приложений) и предоставляются за оплату сверх базовой услуги.

Дополнительные услуги также могут тарифицироваться отдельно, однако данная категория услуг не приносит в сеть "добавленную стоимость". Таким образом, "добавленная стоимость" повышает ценность всей сети, а не отдельных сетевых узлов.

Отметим еще одно существенное различие между дополнительными услугами и услугами с добавленной стоимостью. Дополнительные услуги часто предоставляются при помощи специального оборудования и программ того же поставщика, что и базовое сетевое оборудование, поскольку аппаратно они реализованы именно на базовом сетевом оборудовании.

Услуги с добавленной стоимостью реализуются при помощи интеллектуальных платформ или серверов приложений, которые часто разрабатываются и выпускаются другим производителем, нежели базовое сетевое оборудование.

Для совместимости этого оборудования разработаны соответствующие стандартные интерфейсы и протоколы, например, прикладной протокол интеллектуальной сети (INAP, Intelligent Network Application Part) или протокол инициирования сеансов связи (SIP, Session Initiation Protocol).

Понятие качества обслуживания

В рекомендации МСЭ-Т E.S00 содержатся следующие определения терминов, относящихся к качеству обслуживания:

"Качество - совокупность характеристик объекта, которые имеют отношение к его возможности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности. Характеристики качества должны поддаваться экспериментальной оценке и/или измерению. Когда характеристики определены, они становятся параметрами и выражаются метриками (называемыми также "показателями").

Качество обслуживания (QoS, Quality of service) - совокупность характеристик услуги электросвязи, которые имеют отношение к ее возможности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности пользователя услуги.

Качество обслуживания, ощущаемое и/или воспринимаемое абонентом/пользователем (QoSE, Quality of service experienced) - заявление об уровне качества, которое, по мнению абонентов/пользователей, они ощущали. Уровень качества обслуживания, ощущаемого и/или

воспринимаемого абонентом/пользователем, может быть выражен с помощью субъективной оценки.

Характеристика - свойство, помогающее проводить различие между отдельными элементами заданной совокупности.

Параметр - количественная характеристика обслуживания с конкретными сферой применения и границами.

Объективные (количественные) параметры - параметры, которые поддаются измерению с использованием приборов или наблюдений".

Ограничения технологии создания к предоставления услуг средствами интеллектуальной сети

В конце 1980-х и начале 1990-х гг. надежды традиционных операторов возлагались на концепцию интеллектуальной сети связи - ИСС (IN. Intelligent Network). Однако активное применение ИСС операторами связи выявило ряд существенных недостатков и ограничений этой концепции. Прежде всего, это подход, ориентированный на стандартизацию наборов услуг (CS, Carability Set). В то время как набор CS-1 включает в себя 25 услуг и уже стандартизованы наборы CS-2 (79 услуг), CS-3 (111 услуг) и CS-4 (124 услуги) из всех стандартизированных МСЭ-Т услуг на практике востребованы всего лишь несколько:

- вызов с оплатой вызываемым абонентом;
- вызов с дополнительной оплатой;
- телеголосование;
- вызов с оплатой по предоплаченной/кредитной карте;
- виртуальная частная сеть.

Для разработки новых и модификации существующих услуг в концепции ИСС предусмотрен узел среды создания услуг (SCEP, Service Creation Environment Point). Однако при практической реализации узла возникли следующие проблемы:

- отсутствие стандартизованного интерфейса между SCEP и пунктом управления услугами (SCP, Service Control Point);
- процесс создания новых услуг и модификации существующих является весьма трудоемким, несмотря на заявленную в стандарте возможность разработки таких услуг силами оператора.

На практике для создания и модификации услуг в ИСС чаще всего приходится

прибегать к помощи производителя той или иной программно-аппаратной платформы. Это часто требует дополнительных временных и финансовых затрат. Затруднена возможность модификации услуги во время ее работы, например, при предоставлении динамически меняющейся информации.

Проблемой является написание самого технического задания на разработку новой интеллектуальной услуги. В нем удастся описать суть услуги лишь приблизительно.

Реализация услуги поставщиком платформы почти всегда отличается на практике от первоначального замысла, который также может не полностью соответствовать реальным требованиям рынка. Возникает многоступенчатый процесс, каждая из итераций которого ведет к дополнительным затратам времени и средств оператора.

В результате, вновь разработанная услуга может оказаться неприменимой или устаревшей к моменту ее внедрения.

Провозглашенный в концепции ИСС принцип отделения управления услугами от управления вызовом на практике требует модернизации оборудования коммутационных узлов до уровня узла коммутации услуг (SSP, Service Switching Point). Поэтому, в ИСС принцип разделения уровней управления услугами и управления вызовом не реализован на практике. Такая модернизация возможна только на цифровых АТС с программным управлением,

По данным на сентябрь 2007 года уровень цифровых АТС на сетях ОАО "Связьинвест" составлял около 63%, а в начале активного внедрения ИСС на сетях связи в конце 1990-х годов, уровень был гораздо меньше (примерно 30-40%). С учетом этого, практическое внедрение интеллектуальных сетей сталкивается с еще большими финансовыми затратами и большим объемом организационно-технических мероприятий.

Еще одной причиной является высокая сложность программного обеспечения (ПО) современных систем коммутации каналов. Например, ПО первой цифровой АТС 1ESS фирмы Bell Labs составляло всего 100'тыс. строк кода. В настоящее время общий объем ПО современных систем коммутации составляет, как правило, более 10 млн. строк кода.

Для внедрения одной новой услуги объем ПО, подвергаемый модернизации, составляет свыше 400 тыс. строк кода, что в 4 раза больше, чем вся система программного обеспечения 1ESS. Это является причиной того, что в 1975 году в США, через 10 лет после появления интеллектуальных услуг, ими реально могли пользоваться не более 1% абонентов ТфОП. В 1987 г. реально пользовались интеллектуальными услугами менее 25% из 80% абонентов, которым эти услуги были потенциально доступны.

Требования к полосе пропускания и качеству перспективных инфокоммуникационных услуг

К перспективным услугам связи относятся, прежде всего, инфокоммуникационные услуги, представляющие собой интеграцию услуг связи и передачи данных (информационных услуг). В документе содержится следующее определение: инфокоммуникационная услуга - услуга связи, предполагающая автоматизированную обработку, хранение или предоставление по запросу информации с использованием средств вычислительной техники, как на входящем, так и на исходящем конце соединения.

Особенности инфокоммуникационных услуг сформулированы в различных источниках:

- большинство таких услуг являются компьютерными приложениями, работающими на трех верхних уровнях модели ВОС;
- передача разнотипной информации по одному физическому каналу, которая характеризуется высокими скоростями передачи и несимметричностью входящего и исходящего потоков;
- в процессе предоставления услуги используются и взаимодействуют разнообразные протоколы;
- возможность управления услугами со стороны пользователя;
- для идентификации абонентов может использоваться дополнительная адресация в рамках одной услуги;
- наличие клиентской и серверной частей.

Учитывая особенности инфокоммуникационных услуг можно сформулировать общие требования к качеству таких услуг:

- предоставление гарантированной полосы пропускания из конца в конец;
- возможность управления полосой пропускания во время предоставления услуги;
- выдержка заданного периода следования пакетов;
- обеспечение приоритетной обработки трафика реального времени.

Отметим также, что развитие сетей связи в мире сопровождается ростом полосы пропускания доступной абонент. Такой рост также приводит к увеличению трафика, передаваемому по магистральной сети. Для обеспечения гарантированного качества обслуживания инфокоммуникационных услуг, в дальнейшем потребуются введение

специальных механизмов обеспечения качества услуг.

Обеспечение избыточной полосы пропускания во всей сети не позволит обеспечить гарантированного качества обслуживания.

Динамику роста полосы пропускания, доступной абоненту, с учетом развития технологий и спроса описывает закон Нильсена (Nielsen J.), сформулированный в 1998 году. Согласно этому закону в течение каждого года доступная абоненту полоса пропускания данных на уровне доступа увеличивается на 50 %. На рис.1 приведен график роста полосы пропускания, точками показаны значения доступной абоненту полосы пропускания для подключения к сети Интернет и аппроксимация ее теоретической прямой.

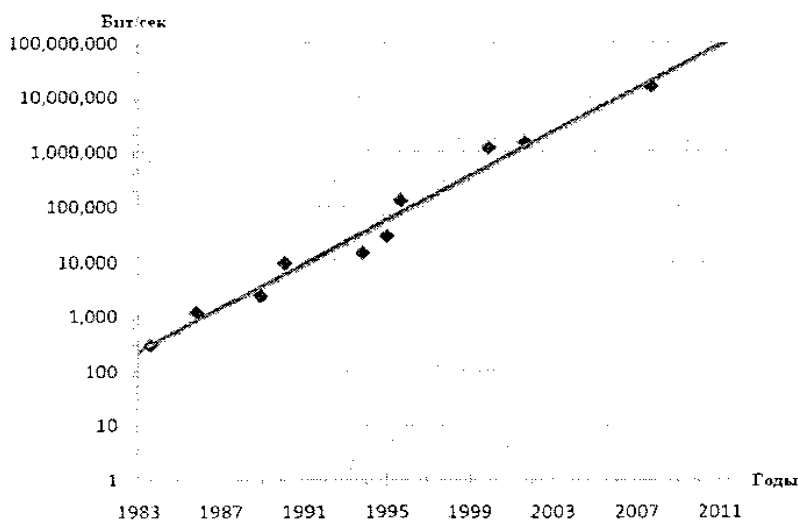


Рис 1. График роста полосы пропускания доступной абоненту (закон Нильсена)

В отчете содержатся данные и прогноз роста средней величины полосы пропускания для одного абонента в Европе (табл.1), а также величины значений полосы пропускания, необходимых для различных услуг в настоящее время и в будущем (табл.2)

Таблица 1. Средняя полоса пропускания для одного абонента в Европе

Год	1995	2000	2002	2007	2011 (прогноз)
Полоса пропускания	64 кбит/с	0,5 Мбит/с	1,5 Мбит/с	25 Мбит/с	50 Мбит/с

Таблица 2. Требования к полосе пропускания для различных услуг европейского абонента

Услуги	Нисходящий поток, Мбит/с		Восходящий поток, Мбит/с
	Текущая	Прогноз	Прогноз
Просмотр страниц Интернет, отправка и получение сообщений	0,2-1	0.2-5	2
Телевидение высокой четкости	-	8-10	0,5
Обмен файлами между пользователями напрямую	0,2-1	0,2-5	2
Пакетная телефония	< 1	< 1	<0,5
Интерактивные игры	0,2-1	2	3
Мгновенные сообщения	< 1	< 1	<1
Интернет-радио и другое аудиовещание	<0,5	<0,5	<0,5
Видеоконференции	0,2-1	2	3
Видеомониторинг объектов	0,2-1	2	0,5
Электронные платежи / электронное правительство	-	< 5	<0,5

Вопросы обеспечения качества обслуживания телекоммуникационных услуг всегда являлись актуальными в отрасли связь. В то же время задачи обеспечения гарантированного качества обслуживания инфокоммуникационных услуг становятся все более актуальными при переходе к ССП и массовом предоставлении таких услуг абонентам.

По результатам опроса руководителей крупных мировых операторов связи, 89 % респондентов согласны с тем, что обеспечение гарантированного качества услуг является конкурентным преимуществом для операторов связи. В то же время около половины опрошенных признали, что в настоящее время не обладают возможностью обеспечить гарантированное качество обслуживания своих услуг из конца в конец.

Анализ возможностей обеспечения требуемого качества перспективных инфокоммуникационных услуг в традиционных сетях связи

Для реализации многих инфокоммуникационных услуг, в общем случае, необходимо организовать интеграцию телефонной сети и сети Интернет. С момента своего появления и до настоящего времени сеть Интернет работает по принципу доставки информации с негарантированной доставкой данных(best-effort), когда сетевые ресурсы в равной степени доступны всем приложениям.

При этом приложениям в любом случае выделяются определенные ресурсы производительности сетевого оборудования, но зачастую они недостаточны для стабильной работы приложений. Поэтому качество обслуживания для предоставляемых этими приложениями услуг, особенно при передаче голоса и видеoinформации в реальном времени, не гарантируется.

Сетевые приложения, дающие возможность совершать вызовы, в том числе с передачей видеoinформации, в сети Интернет (например, Skype), также как и в телефонной сети, требуют сравнительно больших сетевых ресурсов. Все это может повлиять на качество обслуживания других услуг в ССП.

Чтобы решить проблему QoS, инженерная группа по развитию Интернета (IETF, Internet Engineering Task Force) предложила использовать следующие механизмы: интегрированных услуг (IntServ), дифференцированных услуг (DiffServ) и управления трафиком с помощью протокола MPLS (MPLS TE).

В последние годы механизм обеспечения QoS на базе сеансов с динамическим выделением ресурсов стал актуальной темой исследований и разработок.

Учитывая требования к качеству инфокоммуникационных услуг, можно сделать вывод о том, что внедрение таких услуг в традиционных сетях - это достаточно сложный процесс, который влечет за собой не только технические проблемы, но и проблемы обеспечения качества обслуживания, решение которых невозможно без внедрения новых технологий обеспечения качества и нового оборудования.

Для обеспечения гарантированного качества обслуживания услуг, прежде всего, необходимо реализовать следующие механизмы:

- механизм регулирования и контроля предоставления гарантированной полосы пропускания для каждой услуги;
- механизм, ограничивающий доступ к услугам в случаях невозможности предоставления требуемой полосы или при отказе в обслуживании платформы предоставления услуг (ПГТУ);
- механизм установки приоритетов разнородного трафика, для выделения и обработки в первую очередь трафика реального времени (или любого другого, который считается приоритетным).

Таким образом, в традиционных сетях связи процесс обеспечения качества для перспективных услуг технически затруднен. Сложным также является процесс внедрения новых услуг.

Виды услуг и их качество

Известно, что в 1996 г. в США были приняты изменения к закону о связи, согласно которым все услуги подразделялись на базовые и информационные. Базовые услуги определены как непосредственная передача информации пользователей через сети связи без какой-либо обработки. Информационные услуги предусматривают предложение возможностей по формированию, приобретению, хранению, преобразованию, обработке, запросу пользования или обеспечению доступа к информации через сети электросвязи.

Аналогичное положение складывается и в западноевропейских странах, где вся совокупность услуг подразделяется на базовые и дополнительные услуги. При этом базовые услуги определяются так же как в США, а дополнительные соответствуют информационным услугам США и предполагают обработку информации, в процессе которой приобретает добавленная стоимость.

Принципиальное отличие дополнительных (информационных) услуг от базовых заключается в том, что для первых поставщик услуг не гарантирует характеристики качества, или за такую гарантию требует компенсации затрат, вызванных увеличением себестоимости.

Подобное разделение услуг обосновано отсутствием необходимости в нормировании качества услуг в условиях рыночной экономики, поскольку конкуренция поставщиков услуг сама по себе обеспечивает их высокое качество.

Чтобы развеять сомнения в этом отношении, напомним, что во всем мире, в том числе в России, качество услуг не нормируется для в сети Интернет и мобильной связи, а также в системах передачи данных при доступе к ним по коммутируемым сетям. Тем не менее, вышеупомянутые виды связи развиваются невиданными темпами.

Впрочем, и самая мощная система электросвязи - телефонная - имеет нормирование не качества услуг, а только технических характеристик связи, регламентированное в России в 1998 г.

Возникает вопрос, не отказаться ли вообще от регламентирования качества дополнительных услуг, чтобы не тратить на это ресурсы и время? При ответе на этот вопрос необходимо учитывать две существенные особенности. Во-первых, в России еще не сложился рынок многих услуг связи с присущей ему конкуренцией. Во-вторых, сравнительно низкое качество отечественных сетей связи в значительной мере объясняется тем, что они базируются на аналоговых системах передачи и

электромеханических системах коммутации.

Вот почему отказ от регламентирования качества услуг представляется преждевременным. В будущем по мере развития рынка услуг электросвязи, цифровизации сетей, широкого внедрения новых технологий переход от традиционного нормирования технических характеристик сетей к гарантированному предоставлению качества услуг (Quality of Service - QoS) станет целесообразным.

Механизмы QoS описывают средства, необходимые для обеспечения требуемого уровня сетевого обслуживания определенных пользователей, приложений или сетевых потоков через протоколы транспортного уровня, такие как Frame Relay, ATM, Ethernet или IP.

В частности, QoS подразумевает решение следующих задач:

- определение приоритетов и дифференцирование трафика;
- обеспечение информационных потоков необходимыми сетевыми ресурсами;
- повышение надежности передачи;
- предотвращение сетевых перегрузок;
- формирование сетевого трафика для сглаживания и создания более равномерного потока.

На «переходный» период можно регламентировать комбинированный метод обеспечения высокого качества услуг, предусматривающий:

- регламентирование качества услуг путем нормирования электрических характеристик сетей и установление соотношений первых с последними; на этом этапе нормы на электрические характеристики не следует считать директивными, они должны служить лишь руководством для оператора и проверяющих органов;
- переход от регламентирования электрических характеристик сетей к системе гарантированного качества услуг - QoS; на этом этапе поставщики услуг должны регулярно предоставлять в проверяющие органы сведения о результатах внутренних проверок QoS, а последние - регулярно информировать пользователей (в специальных изданиях) о состоянии дел у разных провайдеров;
- использование норм на гарантированное качество услуг для ориентации провайдеров и пользователей под контролем проверяющих органов.

Новый подход к обеспечению качества услуг

Сущность нового подхода, который получил название гарантированного качества

обслуживания, состоит в том, что он реализует главенство требований пользователя в отношении качества услуг: пользователь выдает службе заявку на услуги требуемого ему качества, а служба выполняет эту заявку или сообщает пользователю о невозможности ее реализации. Последний вариант рассматривается как чрезвычайная ситуация.

При QoS требуемое качество услуг достигается не путем чрезмерного увеличения пропускной способности службы, а за счет следующих мероприятий:

- разделения всех пользователей и их заявок на несколько категорий с разными приоритетами;
- введения системы управления нагрузкой, передачей и коммутацией пакетов.

Система управления является единой, то есть она регулирует и бизнес и услуги (службы) и сети и элементы сетей. В рассматриваемом аспекте она обеспечивает возможность оптимального распределения полосы частот между заявками с учетом их приоритетов, управление потоками, сокращение очередей в маршрутизаторах, уменьшение числа пакетов с ошибками и потерь пакетов, сокращение времени их передачи и его флюктуаций (джиттера).

Результат функционирования системы управления в системах QoS проявляется в том, что пользователю гарантируется заказанное им качество услуг, независимо не только от его трафика, но и от трафиков других пользователей. Естественно, что этот эффект в ряде случаев может сопровождаться некоторым снижением качества услуг у пользователей, обладающих более низким приоритетом.

Очевидно, что количество пользователей, обладающих высшим приоритетом, должно быть относительно невелико по сравнению с общим числом пользователей, а высокоприоритетные услуги должны предоставляться по повышенным тарифам.

Заметим, что в настоящее время возможность получения высокоприоритетных услуг достигается путем использования служб, выделенных или наложенных (например, службы «Искра» или цифровых сетей «Голден Лайн», «Метроком», «МТУ-Информ»).

Отличие служб по технологии QoS состоит в том, что гарантированные услуги обеспечиваются в рамках одной службы.

Необходимо отметить, что особенно остро необходимость QoS возникает в многофункциональных сетях, по которым одновременно передаются сообщения разных видов, а также в службах мультимедиа.

Для этого имеются две причины. Хотя по сетям передают сигналы, несущие информацию разных видов, сети связи не индифферентны к видам информации и не могут обеспечивать одинаковое качество услуг. Ведь сети с разными системами передачи

и системами коммутации имеют различные характеристики в отношении достоверности, времени распространения сигналов и его флюктуации.

Используемые в сетях методы передачи и коммутации создавались применительно к конкретному виду связи, предъявляющему определенные требования к характеристикам качества услуг. Для телефонии больше подходили сети с коммутацией каналов, для телеграфии - передачи и коммутации сообщений, для данных - передачи и коммутации пакетов.

Известно, что коммутация каналов обеспечивает малую и постоянную величину времени передачи. Сети с коммутацией пакетов за счет динамического мультиплексирования значительно превосходят по пропускной способности сети с коммутацией каналов, но имеют более длительное и менее постоянное время передачи.

Сети с быстрой коммутацией пакетов за счет использования пакетов малой длины сокращают время передачи и его джиттер. Такие виды связи, как видео и аудио, наиболее чувствительны к большому времени распространения и джиттеру, ПД и ТМСл - к пониженной достоверности.

Вторая причина заключается в том, что интеграция служб осуществляется на базе единой сети одного типа с характеристиками, благоприятными для служб одних видов связи и менее благоприятными для служб других видов связи.

Технология обеспечения QoS в службах ATM

Технология QoS наиболее распространена в службах ATM. При оценке качества услуг в службе ATM учитываются как характеристики трафика отправителя информации, так и характеристики QoS.

На входе в мультиплексор ATM образуется очередь сообщений разных видов связи с разными характеристиками и требованиями к системе. Рассмотрим ситуации двух типов:

- отправители сообщений данных, речевых и видео образуют периодические потоки ячеек;
- отправители компьютерных данных создают потоки ячеек, которые испытывают «вспышки» разной длительности с битовой скоростью намного выше средней.

Ситуация в очереди для этих двух случаев будет различной. Появление длительной «вспышки» может вызвать переполнение входного накопителя и, как результат, потери ячеек не только у данного отправителя, но и у других отправителей, ячейки которых находятся в очереди.

Кроме того, само по себе динамическое мультиплексирование может при определенных нагрузках привести к пикам битовой скорости. Вот почему при оценке качества услуг АТМ приходится учитывать не только средние, но и пиковые значения скоростей передачи.

В зависимости от возможности применения статистического мультиплексирования, требований к реальному масштабу времени, а также применения обратной связи для управления трафиком услуги делят на категории.

В стандартизации категорий услуг переноса АТМ существует два направления, разрабатываемых соответственно МСЭ и Форумом АТМ. Различия между этими направлениями не носят принципиального характера, поэтому ограничимся рассмотрением только первого из них.

В зависимости от типа передаваемого трафика, наличия или отсутствия ориентации на соединение и необходимости синхронизации МСЭ было определено четыре класса услуг:

- **класс А:** трафик с постоянной полосой пропускания, ориентированный на установление соединения и требующий синхронизации, например, режим эмуляции синхронных цифровых каналов;
- **класс В:** трафик с переменной полосой пропускания (<вспышки> битовой скорости), ориентированный на установление соединения и требующий синхронизации, например, передача компрессированной речевой и видеоинформации;
- **класс С:** трафик с переменной полосой пропускания, ориентированный на установление соединения и не требующий синхронизации, например, передача кадров Frame Relay, X.25;
- **класс D:** трафик с переменной полосой пропускания, не ориентированный на установление соединения и не требующий синхронизации, например, передача пакетов IP.

Обеспечить гарантированное качество услуг при наличии в сети одновременно множества разнотипных потоков информации и при любой пропускной способности сети возможно только при наличии высокоэффективной системы управления.

Переход на QoS предъявляет к системе управления новые требования, поскольку необходимо удовлетворить каждый запрос пользователя. Но прежде, чем приступить к выполнению очередного запроса, система управления должна аутентифицировать пользователя, проверить по договору его право на получение заказной услуги и наличие

на его счете денежных средств, необходимых для оплаты услуги.

После этого система управления должна проверить собственные ресурсы для удовлетворения запрошенной услуги с требуемым QoS. Лишь после получения положительного ответа на этот запрос система приступает к обслуживанию пользователя.

Все изложенные процессы должны быть осуществлены в минимально короткий промежуток времени. Если же качество для выполнения услуги будет недостаточным, то система управления должна мобилизовать все имеющиеся ресурсы, в том числе, выделенные для других пользователей. В противном случае пользователь вправе потребовать компенсации.

На первый взгляд может показаться, что переход к QoS означает отсутствие необходимости в определении оптимальной номенклатуры параметров качества и установления их норм. Но нормы для операторов и провайдеров, разработчиков аппаратуры и транспортных систем, проектных и строительных организаций, контрольных органов необходимы, поскольку без них невозможно обеспечить совместное использование однотипных компонентов систем электросвязи. Это подтверждает наличие таких норм на сети АТМ, построенной на технологии QoS.

Традиционные методы нормирования качества услуг предназначены только для операторов и провайдеров, поэтому они должны быть дополнены характеристиками, удобными для пользователей, как это реализовано в АТМ.

Эта тенденция развития нормирования качества услуг в электросвязи совпадает с тем, что происходит в настоящее время под эгидой ETSI в области сертификации. На начальном этапе сертификация изделий состояла в принудительном контроле со стороны специальных контрольных органов. Постепенно наметился переход от принудительной к добровольной сертификации, которую по желанию производителей проводят те же контрольные органы. И, наконец, добровольная сертификация была заменена самосертификацией, при которой на изделия ставится знак, означающий его полное соответствие установленным требованиям. В этом случае изготовитель дает конкретные обязательства потребителю по устранению выявленных недостатков в кратчайшие сроки.

Система IP и QoS

В системах IP (версия IPV4) передача сообщений осуществляется методом «отправь и молись», то есть без гарантии, что сообщение попадет к получателю. При этом не проверяется ни готовность сети к передаче сообщения ни наличие у него приоритета.

Пакеты передаются независимо от их типа (аудио, видео, данные) по принципу <первый пришел - первый ушел>.

Очевидно, что такое обслуживание не подходит для мультимедийного трафика. Вот почему ведется большая работа по созданию новых протоколов.

Еще в 1964 г. организация по стандартизации в системе Интернет разработала протокол, содержащий основные принципы QoS, - протокол резервирования ресурсов RSVP. Наряду с традиционными услугами он содержит два новых класса обслуживания: класс гарантированного обслуживания и класс контролируемой задержки.

Первый гарантирует определенную полосу пропускания, задержку и отсутствие потерь в случае переполнения очередей, но не минимизирует величину разброса задержек. Класс контролируемой задержки обеспечивает обслуживание, аналогичное best effort, но, в отличие от последнего, при увеличении нагрузки QoS остается неизменным.

Появились так называемые справедливые модели, обеспечивающие равномерное распределение пропускной способности всем потокам.

Следующим этапом рационализации стека протоколов IP стало установление абсолютных приоритетов для пакетов тех видов информации, которые отрицательно реагируют на большие задержки и джиттер. В этом плане отметим протокол взвешенной справедливой очередности - WFQ, согласно которому каждому потоку выделяется доля пропускной способности, пропорциональная заданному весовому коэффициенту.

Для предотвращения перегрузок мультиплексоров вводилась система принудительного сброса пакетов при увеличении трафика выше определенного значения.

Эти и другие протоколы хотя и приближали технологию IP к требованиям QoS, но не отвечали им полностью по двум основным причинам. Во-первых, для их внедрения требуется полная переработка сетевого оборудования и математического обеспечения, а следовательно - много времени и существенные капиталовложения. Во-вторых, в силу отсутствия в протоколе IP механизма маршрутизации, основанного на требованиях QoS.

В настоящее время протоколы IP-маршрутизации выбирают маршрут лишь на основе количества переходов или стоимости соединения до точки назначения, а не на величине доступной полосы пропускания, значении задержки или ее вариации. Таким образом, протокол RSVP резервирует ресурсы на пути, выбранном без учета параметров, требуемых для обеспечения QoS. Даже если маршрут с оптимальными параметрами QoS существует, протокол маршрутизации не имеет возможности его использовать.

Еще один шаг в направлении учета требований QoS был сделан после введения пяти классов обслуживания: с низкой задержкой, с высокой пропускной способностью, с

высокой надежностью, с низкой стоимостью, стандартного. Эти протоколы обеспечивают «относительное QoS».

Перечень нововведений в протокол IPV4, превративший его в новый IPV6, можно было бы продолжить, но важно понимать: протоколы ATM уже сейчас отвечают требованиям QoS, а для достижения этого протоколом IP необходимо коренным образом модернизировать сетевое оборудование.

Последнее обстоятельство нельзя сбрасывать со счетов еще и потому, что в борьбу между ATM и IP за звание оптимальной технологии мультисервисных широкополосных сетей в последние годы вступила новая технология DWDM (Dense Wave Division Multiplexing - плотное спектральное мультиплексирование). DWDM уже сейчас обеспечивает пропускную способность порядка 1012 бит/с по оптическому волокну, что с учетом уже выпускаемых оптических кабелей, содержащих свыше 150 оптических волокон, может обеспечить все потребности в передаче информации на многие десятилетия. Между тем возможности оптической связи еще далеко не исчерпаны.

Все это может привести к тому, что конкуренция двух методов пакетной коммутации в мультисервисных и широкополосных сетях вообще потеряет смысл. Ведь если каналы связи перестанут быть дефицитными, то более привлекательным окажется использовать менее экономичный, но зато более простой в реализации и хорошо передающий все виды сообщений метод коммутации каналов.